

**ALTERNATIF METODE *CORRUGATED STEEL* SEBAGAI
KONSTRUKSI *UNDERPASS***

TUGAS AKHIR



ENDAH NASROH AZIZAH HIDAYAT

1242914008

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS BAKRIE

JAKARTA

2026

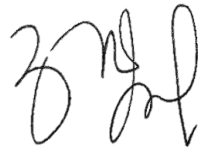
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Endah Nasroh Azizah Hidayat

NIM : 1242914008

Tanda tangan :



Tanggal : 23 Februari 2026

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Endah Nasroh Azizah Hidayat
NIM : 1242914008
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Sipil dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Alternatif Metode *Corrugated Steel* sebagai Konstruksi
Underpass

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bahan persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Mohammad Ihsan, ST., MT., M.Sc. ()

Pembahas 1 : Fatin Adriati S.T., M.T., IPP. ()

Pembahas 2 : Muhammad Nuzulul Furqan, S.T., M.Sc. ()

Ditetapkan di Jakarta

Tanggal 23 Februari 2026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Sebagai sivitas akademika Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Endah Nasroh Azizah Hidayat
NIM : 1242914008
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Sipil dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

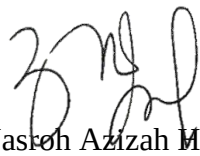
ALTERNATIF METODE CORRUGATED STEEL SEBAGAI KONSTRUKSI UNDERPASS

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 23 Februari 2026

Yang menyatakan


(Endah Nasroh Azizah Hidayat)

ALTERNATIF METODE *CORRUGATED STEEL* SEBAGAI KONSTRUKSI *UNDERPASS*

ABSTRAK

Corrugated Mortar Pusjatan (CMP) adalah kombinasi material yang dikembangkan oleh Pusjatan yang terdiri dari struktur baja bergelombang dan timbunan mortar busa. Penelitian ini membahas alternatif konstruksi underpass menggunakan corrugated steel dengan penimbunan kembali berupa mortar busa (sistem CMP). *Underpass* yang ditinjau berbentuk setengah lingkaran dengan bentang bersih 25 m dan panjang 40 m. Pembebanan disusun mengacu pada SNI 1725:2016 untuk memperoleh beban desain sebesar $13,96 \text{ kN/m}^2$ yang digunakan pada pemodelan dan evaluasi perilaku struktur dilakukan menggunakan pemodelan *Finite Element Method (FEM)* yang merepresentasikan tahapan konstruksi metode *sloofing*. *Output FEM* dianalisis sebagai perilaku struktur secara menyeluruh meliputi perpindahan dan deformasi, distribusi tegangan, dan gaya dalam. Selanjutnya, untuk pemeriksaan *Ultimate Limit State (ULS)* mengacu pada CHBDC 2006, parameter utama yang digunakan adalah gaya aksial (N) dan momen lentur (M) pada lokasi kritis, dengan kriteria *wall strength compression*, *plastic hinge*, dan *seam strength*. Hasil menunjukkan bahwa penambahan ketebalan pelat dan penggunaan tipe korugasi yang lebih dalam cenderung meningkatkan rasio kapasitas pada ketiga kriteria *ULS*. Pada tipe standar, kondisi paling kritis terjadi pada $t = 2,82 \text{ mm}$ karena $\text{ratio seam} = 0,979 (<1)$ sehingga tidak memenuhi syarat; ketebalan minimum yang direkomendasikan adalah 3,56 mm. Pada tipe *deep*, seluruh variasi memenuhi, dengan ketebalan minimum 2,82 mm. Pada tipe *superdeep*, seluruh variasi memenuhi, dengan ketebalan minimum 2,82 mm.

Kata kunci: *underpass*, *corrugated steel*, mortar busa, *FEM*, SNI 1725:2016, CHBDC 2006.

CORRUGATED STEEL AS AN ALTERNATIVE METHOD FOR UNDERPASS CONSTRUCTION

ABSTRACT

Corrugated Mortar Pusjatan (CMP) is a composite system developed by Pusjatan, consisting of a corrugated steel structure and foam mortar backfill. This study discusses an alternative underpass construction method using corrugated steel with foam mortar as the backfill (CMP system). The investigated underpass has a semi-circular shape with a 25 m clear span and a 40 m length. The loading is determined based on SNI 1725:2016 to obtain a design load of 13.96 kN/m², which is used in the numerical model, and the structural behavior is evaluated using a Finite Element Method (FEM) analysis representing the construction stages of the sloofing method. FEM outputs are interpreted to describe the overall structural behavior, including displacements and deformations, stress distribution, and internal forces. Furthermore, for the Ultimate Limit State (ULS) verification based on CHBDC 2006, the main parameters used are the axial force (N) and bending moment (M) at critical locations, using the criteria of wall strength compression, plastic hinge, and seam strength. The results show that increasing plate thickness and adopting deeper corrugation types tend to improve the capacity ratios for all three ULS criteria. For the standard type, the most critical condition occurs at $t = 2.82$ mm because the seam ratio is 0.979 (< 1), meaning it does not match the requirement; the recommended minimum thickness is 3.56 mm. For the deep type, all variations satisfy the criteria, with a minimum thickness of 2.82 mm. For the super-deep type, all variations satisfy the criteria, with a minimum thickness of 2.82 mm.

Keywords: underpass, corrugated steel, foam mortar, FEM, SNI 1725:2016, CHBDC 2006.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Skripsi dengan judul Alternatif Metode *Corrugated Steel* Sebagai Konstruksi *Underpass*.

Penyusunan proposal ini merupakan salah satu syarat untuk melanjutkan tahap pelaksanaan skripsi pada Program Studi Teknik Sipil. Selama proses penyusunan penulis mendapat banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Fatin Adriati ST. MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie.
2. Dr. Mohammad Ihsan, ST., MT., M.Sc., selaku pembimbing yang telah memberikan arahan, kritik, dan masukan yang sangat berarti dalam penyusunan proposal ini.
3. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
4. Orang tua, keluarga, dan rekan-rekan yang telah memberikan doa, motivasi, serta dukungan moral kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis terbuka terhadap saran dan kritik yang bersifat membangun sebagai bahan perbaikan ke depannya.

Akhir kata, penulis berharap penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang Teknik Sipil.

Jakarta, 25 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
BAB II	7
2.1 <i>Corrugated Mortar Pusjatan (CMP)</i>	7
2.1.1 <i>Corrugated Steel</i> atau Baja Bergelombang	9
2.1.2 Mortar Busa	13
2.2 <i>Underpass</i>	14
2.3 Teori Perilaku Tanah dan Pemodelan FEM	15
2.3.1 Teori Mohr-Coulomb.....	15
2.3.2 Parameter Tanah	16

2.3.3 Kondisi <i>Drained</i> dan <i>Undrained</i>	19
2.3.4 Pemodelan Pelat pada Aplikasi FEM	19
2.3.5 Pemodelan Mortar Busa sebagai Timbunan	20
2.4 Pembebanan pada <i>Underpass</i>	20
2.4.1 Beban Permanen	20
2.4.2 Beban Lalu Lintas.....	26
2.4.3 Beban Lingkungan.....	29
2.4.4 Kombinasi Pembebanan	31
2.5 Perhitungan Kekuatan Struktur	34
2.5.1 Gaya Dorong.....	34
2.5.2 Kekuatan Dinding Terhadap Tekanan (<i>Wall Strength Compression</i>) ..	34
2.5.3 Kekuatan tekuk pada dinding (<i>bending</i>) dan kompresi (<i>compression</i>)	37
2.5.4 <i>Displacement</i> /Pergerakan	40
2.6 Penelitian Terdahulu.....	40
BAB III.....	45
3.1 Lokasi Penelitian	45
3.2 Data Penelitian	45
3.2.1 Gambar Kerja.....	46
3.2.2 Data Tanah.....	49
3.2.3 Material <i>Properties</i> Baja Bergelombang dan Mortar Busa	53
3.3 Diagram Alir Perancangan	53
3.3.1 Tahapan Perancangan	54
3.3.2 Identifikasi Masalah.....	55
3.3.3 Studi Literatur	55
3.3.4 Pengumpulan Data.....	55

3.3.5 Analisis Pembebanan.....	55
3.3.6 Pemodelan dan Input Parameter Menggunakan Aplikasi <i>Finite Elemen Method</i>	56
3.3.7 Pemeriksaan Kondisi Batas Ultimit.....	60
BAB IV	62
4.1 Dimensi <i>Underpass</i> dengan Baja Bergelombang.....	62
4.2 Analisis Pembebanan Jembatan	62
4.2.1 Beban Permanen	63
4.2.2 Beban Lalu Lintas.....	63
4.2.3 Aksi Lingkungan	65
4.2.4 Kombinasi Pembebanan	65
4.3 Pemodelan <i>Underpass</i> dengan Aplikasi Berbasis <i>FEM</i>	68
4.3.1 Pemodelan Metode <i>Sloofing</i>	68
4.3.2 Tahapan Konstruksi	72
4.3.3 <i>Output</i> Aplikasi <i>FEM</i> : Analisis Perilaku Struktur <i>Underpass</i>	76
4.4 Pemeriksaan Kondisi Batas Ultimit.....	87
4.5 Rekapitulasi dan Pembahasan Hasil.....	89
4.5.1 Perbandingan Pengaruh Tipe Korugasi dan Ketebalan Pelat	92
BAB V.....	95
5.1 Kesimpulan.....	95
5.2 Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN.....	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Rencana PCI Girder dan Abutmen oleh Konsultan PT.A.....	2
Gambar 1. 2 Struktur <i>Underpass</i> dengan Menggunakan Baja Bergelombang	3
Gambar 2. 1 Ilustrasi Gambar Corrugated Mortar Pusjatan (CMP)	7
Gambar 2. 2 Flyover Antapani, Bandung	8
Gambar 2. 3 Jembatan Kabanaran, Daerah Istimewa Yogyakarta.....	8
Gambar 2. 4 Material Baja Begelombang	9
Gambar 2. 5 Pengaplikasian Material Baja Bergelombang	9
Gambar 2. 6 Tipikal penampang struktur baja bergelombang.....	10
Gambar 2. 7 Material Mortar Busa	13
Gambar 2. 8 Beban lajur “D” (SNI 1725:2016).....	27
Gambar 2. 9 Pembebanan truk “T” (500 kN) SNI 1725:2016.....	28
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	45
Gambar 3. 2 Penampang Melintang Underpass Sumber: Konsultan PT. A	47
Gambar 3. 3 Tampak Atas Underpass Sumber: Konsultan PT. A	48
Gambar 3. 4 Lokasi Pengambilan Sampel BH-1 dan BH-2 Sumber: Konsultan PT. A.....	49
Gambar 3. 5 Profil Lapisan Tanah BH-1 dan BH-2	50
Gambar 3. 7 Diagram Alir Perancangan.....	54
Gambar 4. 1 Dimensi Underpass	62
Gambar 4. 2 Lebar Efektif Kendaraan Underpass	63
Gambar 4. 4 Pemodelan Corrugated Mortar Pusjatan pada Sumbu X,Z	69
Gambar 4. 5 Pemodelan Corrugated Mortar Pusjatan Tiga Dimensi	69
Gambar 4. 6 Pemodelan Tanah di Aplikasi pada Bidang X,Z.....	70
Gambar 4. 7 Pemodelan Tanah di Aplikasi Tiga Dimensi	70
Gambar 4. 8 Parameter plat pada Aplikasi.....	71

Gambar 4. 9 Tahapan Meshing	72
Gambar 4. 10 Tahapam Konstruksi pada Aplikasi	73
Gambar 4. 11 Stage Construction: Initial Phase	74
Gambar 4. 12 Stage Construction: Sloofing	75
Gambar 4. 13 Stage Construction: Pemasangan Corrugated Steel	75
Gambar 4. 14 Stage Construction: Penimbunan Mortar Foam	76
Gambar 4. 15 Stage Construction: Penambahan Beban.....	76
Gambar 4. 16 Bentuk Penurunan Tanah	77
Gambar 4. 18 Grafik Hubungan Ketebalan Pelat dan Deformasi.....	79
Gambar 4. 20 Grafik Hubungan Ketebalan Pelat dengan Tegangan	81
Gambar 4. 21 Tampak Atas Underpass	82
Gambar 4. 22 Distribusi Gaya Aksial Pada Potongan 1	82
Gambar 4. 23 Distribusi Gaya Aksial Pada Potongan 2	82
Gambar 4. 24 Distribusi Gaya Aksial Pada Potongan 3	83
Gambar 4. 25 Tampak Atas Underpass	83
Gambar 4. 26 Distribusi Momen Lentur Pada Potongan 1	84
Gambar 4. 27 Distribusi Momen Lentur Pada Potongan 2	84
Gambar 4. 28 Distribusi Momen Lentur Pada Potongan 3	85
Gambar 4. 29 Grafik Hubungan Ketebalan Pelat dengan Gaya Aksial	87
Gambar 4. 30 Grafik Hubungan Ketebalan Pelat dengan Momen Lentur	87
Gambar 4. 3 Faktor Beban Dinamis Beban Garis Terpusat.....	115

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Bahan Baku Baja Struktur Bergelombang.....	10
Tabel 2. 2 Tipe Baja Struktur Bergelombang	11
Tabel 2. 3 Propertis Struktur Baja Bergelombang Tipe Standar.....	11
Tabel 2. 4 Propertis Struktur Baja Bergelombang Tipe Deep	11
Tabel 2. 5 Propertis Struktur Baja Bergelombang Tipe Superdeep	12
Tabel 2. 6 Kuat Tekan (UCS) minimum 14 hari.....	14
Tabel 2. 7 Korelasi N-SPT dengan Karakteristik Tanah	17
Tabel 2. 8 Korelasi Berat Isi Tanah (γ_{sat}) dengan Nilai N-SPT.....	17
Tabel 2. 9 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah.....	18
Tabel 2. 10 Nilai Modulus Young dan Koefisien Poisson.....	18
Tabel 2. 11 Berat Isi dan Kerapatan Massa Bahan Jembatan (SNI 1725:2016)...	21
Tabel 2. 12 Faktor Beban untuk Beban Sendiri (SNI 1725:2016).....	21
Tabel 2. 13 Faktor Beban Untuk Berat Mati Tambahan (SNI 1725:2016).....	22
Tabel 2. 14 Faktor beban akibat tekanan tanah (SNI 1725:2016)	23
Tabel 2. 15 Sudut Geser Berbagai Material (SNI 1725:2016).....	24
Tabel 2. 16 Faktor beban untuk beban lajur “D” (SNI 1725:2016).....	27
Tabel 2. 17 Faktor beban untuk beban “T” (SNI 1725:2016).....	28
Tabel 2. 18 Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu (1725:2016).....	30
Tabel 2. 19 Tekanan angin dasar (1725:2016).....	30
Tabel 2. 20 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan (SNI 1725:2016).....	33
Tabel 2. 21 Faktor Tahanan Material.....	35
Tabel 2. 22 Nilai k_4 pada ekuivalen beban garis.....	39
Tabel 3. 3 Data BH-1 Setelah dikorelasi.....	51
Tabel 3. 4 Data BH-1 Setelah dikorelasi.....	52
Tabel 3. 5 Parameter Input Tanah	57
Tabel 3. 6 Parameter Input Mortar Busa.....	58

Tabel 3. 7 Parameter Input Pelat Baja Bergelombang	58
Tabel 4. 1 Dimensi Underpass	62
Tabel 4. 2 Gaya Lintang dan Momen Akibat MS dan MA.....	63
Tabel 4. 3 Gaya Lintang dan Momen Akibat “T”, “D”, TB dan TP.....	64
Tabel 4. 4 Gaya Lintang dan Momen Akibat Ew dan Eq.....	65
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Gaya Lintang dan Momen Terfaktor	66
Tabel 4. 10 Elemen Aktif pada Setiap Tahap Konstruksi.....	73
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Nilai Maksimum Deformasi	77
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Distribusi Tegangan Pada Pelat Baja	79
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Output Gaya Aksial dan Momen Lentur.....	85
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Pengecekan Parameter ULS.....	89
Tabel 4. 16 Rasio Nilai Ijin dan Nilai Parameter	92
Tabel 4. 17 Kenaikan Rata-rata Rasio Parameter ULS	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Tanah.....	100
Lampiran 2 Perhitungan Beban Permanen MS dan MA.....	112
Lampiran 3 Perhitungan Beban Lalu Lintas "T", "D", TP, dan TB.....	114
Lampiran 4 Perhitungan Beban Aksi Lingkungan.....	119
Lampiran 5 Kombinasi Pembebanan	120
Lampiran 6 Perhitungan Pemeriksaan Parameter ULS.....	128